



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 02 887 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 01 J 5/007**  
A 01 J 5/017  
A 01 J 5/04  
A 01 J 7/00  
G 01 L 1/18

②① Aktenzeichen: 198 02 887.3  
②② Anmeldetag: 27. 1. 98  
④③ Offenlegungstag: 29. 7. 99

**DE 198 02 887 A 1**

⑦① Anmelder:  
Weiß, Karsten, 71636 Ludwigsburg, DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

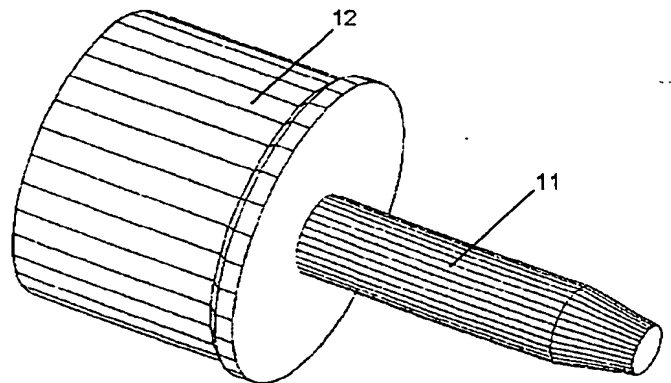
DE 196 47 876 A1  
DE 34 29 607 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Melkbewegung einer Melkmaschine

⑤⑦ Beim Melken stellt der Zitzengummi im Melkbecher ein zentrales Element dar. Dieser ist für die korrekte Melkbewegung verantwortlich. Eine unzureichende oder falsche Melkbewegung kann das Drüsengewebe beschädigen und zu Euterkrankheiten der Kühe führen, was nicht zu letzt eine schlechtere Lebensmittelqualität mit sich bringt. Ziel des Verfahrens bzw. der Vorrichtung ist es, ein Meßgerät vorzuschlagen, mit dessen Hilfe die Melkbewegungen und damit die wirkenden Kräfte auf die Zitzen während dem Melkvorgang gemessen werden können. Um die Melkbewegung meßtechnisch zu erfassen, wird eine Sonde nach Fig. 1 mit integrierter Signalaufbereitungs-Elektronik (12) in den Melkbecher eingeführt. Auf dem Sondenkörper (11) ist ein zweidimensionales Drucksensor-Array nach Patent DE 19647876 A1 aufgebracht, mit welchem die wirkenden Kräfte im Melkbecher ortsauflösend gemessen werden können.

Dies ermöglicht sowohl die Untersuchung bestehender Melkanlagen auf eine korrekte Melkbewegung hin als auch die Entwicklung neuer, optimierter Melkanlagen.



**DE 198 02 887 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung entsprechend dem Oberbegriff der Ansprüche 1 bis 2.

Die Melkbewegung einer Melkmaschine hängt im wesentlichen vom eingesetzten Zitzengummi ab. Aufgrund von Fertigungstoleranzen kann eine gleichmäßige Melkbewegung nicht gewährleistet werden. Von der Härte des verwendeten Materials hängt es ab, ob der Zitzengummi die Zitze gleichmäßig umschließt, oder nur punktuell massiert.

Es ist bisher noch nicht möglich, die Melkbewegung einer Melkmaschine und damit die obengenannten Parameter meßtechnisch zu erfassen. Außerdem kann bis jetzt die wirkende Kraft auf die Zitzen nicht gemessen werden.

Die Zitzen der Kuh werden bei zu starkem Druck übermäßig belastet.

Dies kann zu Euterkrankheiten führen, welche für die Tiere schmerzhaft sind und durch erforderliche Schonzeiten finanzielle Einbußen für den Landwirt bedeuten. Außerdem leidet durch vermehrt auftretende Keime die Qualität der Milch.

Eine unzureichende Melkbewegung hingegen führt zu einem schlechten Milchfluß. Eine falsche Melkbewegung kann zu Blutergüssen in der Zitzenspitze und zu Euterentzündungen führen.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren sowie eine robuste, mobil einsetzbare Vorrichtung vorzuschlagen, mit dessen Hilfe ortsauflösend die Kraftwirkung auf die Zitze und damit die Melkbewegung beim Melkvorgang meßtechnisch erfaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren und die Vorrichtung mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 12 gelöst.

Eine regelmäßig mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung überwachte Melkmaschine bringt ein optimales Melkergebnis bei schonendster Behandlung der Zitzen, da es mit ihm möglich ist, die wirkende Kraft auf die Zitzen ortsauflösend in Echtzeit zu erfassen und so die Maschine regelmäßig zu justieren.

Die einfache Anwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gestattet sowohl eine Vorbeugungs-Untersuchung durch den Betreiber selbst sowie eine schnelle und zuverlässige Analyse durch einen Tierarzt oder Gesundheitsdienst beim vermehrten Auftreten von Euterentzündungen.

Mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann bei Routinemessungen auf einfache Weise die Vorzugsrichtung der Melkbewegung festgestellt, sowie eine etwaige Funktionsstörung der Melkmaschine erkannt werden.

Auch ist es mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung möglich, zu beurteilen, wann ein neuer Zitzengummi in die Melkmaschine eingebaut werden muß. Dies reduziert kostspielige Auswechselvorgänge und Stillstandszeiten der Maschine auf das Notwendigste.

Durch das regelmäßige Überprüfen der Melkmaschine mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung kann die Gesundheit der Tiere und damit die Lebensmittelqualität bei einer höheren Milchausbeute verbessert werden.

Die Verwendung einer Schaumstoffschicht als Sensormaterial (vgl. Anspruch 6) auf der Meßzitze hat den Vorteil, daß sie durch ihre Verformbarkeit weitgehend der natürlichen Zitzenoberfläche entspricht.

Durch den Einsatz eines Microcontrollers in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ist es möglich, zeitaufwendige Funktionen, wie z. B. das Auslesen des Sensors, auszulagern. Hierdurch kann die Vorrichtung ohne Probleme auch an langsameren Computern betrieben werden, welche den Sensor aufgrund mangelnder Systemressourcen nicht in Echtzeit auslesen können. Auch der Betrieb an Laptops, was gerade für die Nutzung vor Ort interessant ist, wird hier-

durch möglich, da zum Betrieb der Vorrichtung keine spezielle Einsteckkarte sondern lediglich eine serielle Standardchnittstelle benötigt wird. Durch eine räumliche Trennung von Sensor und Microcontroller bleibt der eigentliche Sensorkopf leicht und kompakt, was einer einfachen Handhabung sehr zugute kommt.

## Technische Ausführung

Im folgenden wird die Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung als mobiles Meßgerät beschrieben.

Das erfindungsgemäße Meßgerät besteht aus drei Funktionsgruppen: einem Sensor mit integrierter Signalaufbereitungs-Elektronik, einem Controller zur Erfassung und Vorverarbeitung der Daten in Echtzeit sowie einem PC zum Anzeigen der Daten und zur Durchführung komplexer Berechnungen. Als Sensor kommt hier ein zweidimensionales Drucksensor-Array nach Patent DE 196 47 876 A1 zum Einsatz. Der Sensorkopf in Fig. 1 beinhaltet die eigentliche "Meßzitze" (11) sowie deren Signalaufbereitungs-Elektronik im darüber angeordneten Gehäuse (12). Dieses sollte aus hygienischen Gründen wasserdicht ausgeführt sein, um den Sensor nach jedem Einsatz gut reinigen zu können.

Die richtige Sensorform ist sehr wichtig für korrekte Ergebnisse des erfindungsgemäßen Meßgerätes. Sie darf in Form und Verhalten nicht zu sehr vom biologischen Vorbild abweichen. Der ökonomischste Weg sieht den starren Grundkörper (21) in Fig. 2 vor, auf den Folienplatinen (22) mit geätzten Elektroden aufgebracht werden. Über dieser Elektrodenschicht wird eine mit Graphitpulver oder ähnlichem angereicherte Schaumstoffschicht (23) aufgebracht, welche mit einer Schutzschicht (24) überzogen ist. Von der Form her liegt die konstruierte Meßzitze zwischen einer normalen und einer gedehnten Zitze. Um die Folie auf den Grundkörper aufbringen zu können, muß dieser auf zwei geometrische Formen beschränkt werden: einen Zylinder als Sondenschaft (25), sowie einen Kegelstumpf als Sonden- spitze (26). Es ist auch denkbar, mittels galvanischem Verkupfern, aufgespritztem Fotolack und anschließender 3D-Laser-Direktbelichtung auf eine plastische Nachbildung einer Zitze eine Elektrodenschicht aufzubringen. Mittels geeigneter Verfahren muß eine mit Graphit angereicherte Schaumstoffschicht erzeugt werden, welche an die Form des Sensors angepaßt ist und über der Elektrodenschicht angeordnet werden kann. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Meßzitze aus einem verformbaren Material zu fertigen. Auf einem Gummigrundkörper wird eine Elektrodenschicht aus leitfähigen Elastomeren aufgebracht, auf der wiederum eine Schaumstoffschicht befestigt wird.

Um mit einseitigen, kostengünstigen Folienplatinen arbeiten zu können, muß eine Schichttechnik (siehe Fig. 3) angewandt werden. Hierbei ist es sinnvoll, den Grundkörper (31) mit zunehmender Schichtstärke zu verzüngen, um am Schaft für jede Schicht (32) das gleiche Folienlayout verwenden zu können. In der Länge müssen die Folien durch Abtrennen der auf der Folie markierten Segmente (Fig. 4, 41) angepaßt werden. Um die Kraftausübung auf das Drüsengewebe der Zitzenspitze genauer analysieren zu können, empfiehlt es sich, die Sensorzellen auf der Sonden- spitze dichter anzuordnen. Ein mögliches Layout für die Elektrodenfolien ist in Fig. 4 abgebildet. Die Zuleitungen (42) zu den Elektroden wurden gleich auf die Folie integriert; der zusätzliche Einsatz von Drähten entfällt hiermit. Die Elektroden (43) werden verzinnt, um eine übermäßige Korrosion und damit verbundene Meßungenauigkeiten zu vermeiden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, anstatt des Schichtaufbaus eine zweiseitige Folienplatine zu verwenden, bei der die Zuleitungen zu den einzelnen Elektroden auf der

Rückseite verlaufen. Hierdurch wird der Schichtaufbau umgangen.

Auf die Elektrodenschicht wird ein mit Graphitpulver angereicherter Schaumstoff aufgebracht. Um den Sonden-  
grundkörper relativ dick zu gestalten, was das Aufbringen  
der Folien vereinfacht, muß die Schaumstoffschicht relativ  
dünn gehalten werden.

Damit der Sensor (Fig. 2) abwaschbar wird und nicht zum  
Überträger von Keimen werden kann, empfiehlt es sich, auf  
den Schaumstoff (23) eine elastische Schutzschicht (24)  
aufzubringen. Als Material für die Schutzschicht sollte ein  
chemisch inhärenter und geschmeidiger Stoff wie Silicon  
eingesetzt werden.

Um die Leitungsanzahl zu reduzieren und das Meßgerät  
unempfindlicher gegenüber Störeinflüssen zu machen ist  
eine Schaltung nach Fig. 5 direkt oberhalb der Meßzitze  
vorgesehen. Über Multiplexer (51) werden die Sensorzellen  
auf den einzelnen Folien (52) zu einer Halbbrücke verschaltet  
(53). Deren Ausgangsspannung wird, gepuffert über einen  
Verstärker (54), mittels Kabel an den externen Sensor-  
controller weitergeleitet. Zusätzlich ist ein Anschluß für einen  
Drucksensor (55) vorgesehen, mit dessen Hilfe das Vakuum  
im Melkbecher-Innenraum kontrolliert werden kann. Der  
nichtflüchtige Speicher (56) enthält die Kalibrierdaten  
sowie deren Gültigkeitsdauer.

Der Sensorcontroller in Fig. 6 besteht im wesentlichen  
aus einem hochintegrierten Microcontroller (61), mit Pro-  
grammspeicher (62), Arbeitsspeicher (63) und AD-Wandler  
(64) zur Datenerfassung. Je nach verwendeten Controllertyp  
sind hier die externen Komponenten wegzulassen. Mittels  
der Echtzeituhr (65) wird die Kalibrierung beim Systemstart  
auf ihre Gültigkeit hin überprüft. Der Sensorcontroller wird  
über eine serielle Schnittstelle nach RS 232 gesteuert, über  
die jeder PC standardmäßig verfügt.

Das Steuerungsprogramm des Sensorcontrollers hat drei  
Aufgaben. Erstens muß es die Meßwertaufnahme koordinieren.  
Hierzu muß das Programm zuerst den AD-Wandler kalibrieren  
und dann in einer Schleife alle 64 Sensorzellen nacheinander  
selektieren und die Meßwerte digitalisieren. Zweitens hat das  
Programm die Aufgabe, die Linearisierungsdaten sowie die  
Offsetkorrektur-Daten, die im nichtflüchtigen Speicher des  
Sensorkopfes gespeichert sind, zu verwalten, sowie deren  
Gültigkeit zu überprüfen. Da jeder Sensor einer natürlichen  
Alterung unterliegt, muß er regelmäßig kalibriert werden.  
Wird diese Kalibrierung nicht durchgeführt, kommt es mit  
zunehmendem Sensoralter zu Meßfehlern. Bisher wurde das  
Kalibrierzertifikat nur als Formular ausgehändigt, die  
Überwachung deren Gültigkeit oblag dem Geräteeigentümer.  
Das erfindungsgemäße Meßgerät hingegen überprüft selbständig  
bei jedem Einschaltvorgang mittels der integrierten Echtzeituhr,  
ob die Kalibrierdaten des Sensorkopfes noch gültig sind.  
Hierzu ist im nichtflüchtigen Speicher des Sensorkopfes das  
Datum der letzten Kalibrierung sowie deren Gültigkeitsdauer  
gespeichert. Ist dies nicht der Fall, so wird eine Fehlermeldung  
ausgegeben, und eine entsprechende Warnmeldung wird auf  
allen, vom Auswertprogramm auf dem PC generierten, Pro-  
tokollen ausgegeben. Drittens muß bei den gemessenen  
Daten eine Offsetkorrektur sowie eine Linearisierung durchge-  
führt werden. Beide werden aus Gründen der Rechenzeit  
mittels Korrekturtabellen realisiert, die beim Einschalten  
automatisch erstellt werden. Neben diesen Funktionen spei-  
chert der Sensorcontroller auch noch automatisch das letzte  
Einschaltdatum, um so dem Benutzer Kontrollmöglichkeiten  
über den Gebrauch des Meßgerätes zu geben.

Das Auswert-Programm am PC hat in erster Linie zur  
Aufgabe, die gemessenen Werte in Echtzeit als Diagramme  
darzustellen. Aus den gewonnenen Daten werden Meßwerte

wie die gemittelte und größte wirkende Kraft auf die Zitze,  
sowie über die Pulsfrequenz und die Melkbewegung berech-  
net, um Studien über Melkparameter aufstellen zu können.  
Für den routinemäßigen Einsatz, z. B. durch einen Gesund-  
heitsdienst, können Protokolle ausgegeben werden; mit de-  
ren Hilfe die untersuchte Melkmaschine schnell charakteri-  
siert werden kann.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der Melkbewegung einer Melkmaschine, dadurch gekennzeichnet, daß die Krafteinwirkung auf die Zitze im Melkbecher ortsauflösend gemessen wird.
2. Vorrichtung zum Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor auf oder in einem Grundkörper befestigt ist und zur Meßwertaufnahme in den Melkbecher anstatt einer Zitze eingeführt wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper aus einem starren oder flexiblen Material besteht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Grundkörper der natürlichen Zitzenform angepaßt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Form des Grundkörpers wie in Fig. 2 dargestellt, auf einen Zylinder (25) mit angrenzendem Kegelstumpf (26) beschränkt wird.
6. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Messung der wirkenden Kraft ein Drucksensor-Array verwendet wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden mittels flexibler Leiterplatten nach Fig. 4 aufgebracht werden.
8. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß diese aus einem Sensorcontroller sowie einem räumlich getrennt angeordneten Sensorkopf besteht.
9. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Sensorkopf nach Fig. 1 eine Signalaufbereitungs-Elektronik (12) integriert ist.
10. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzliche Sensoren zur Messung des Melkbecher-Luftdrucks integriert sind.
11. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor mit einer elastischen Schicht gegen Verschmutzung geschützt ist.
12. Vorrichtung nach einem der vorigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Gültigkeitsdauer der Kalibrierung von diesem selbständig überwacht wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

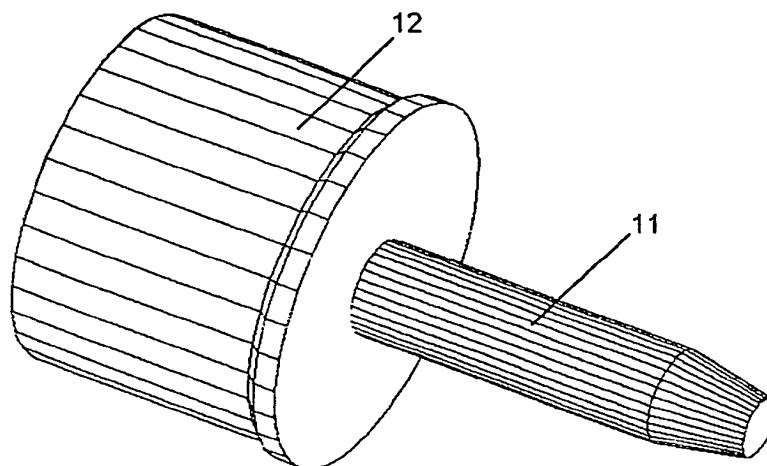


Fig. 1: Der Sensorkopf

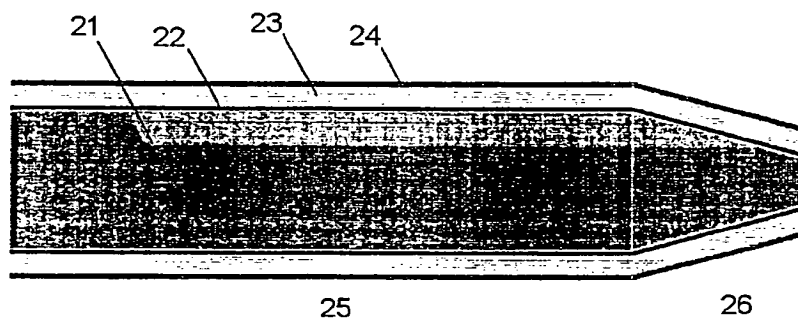


Fig. 2: Schnitt durch die Meßzitze

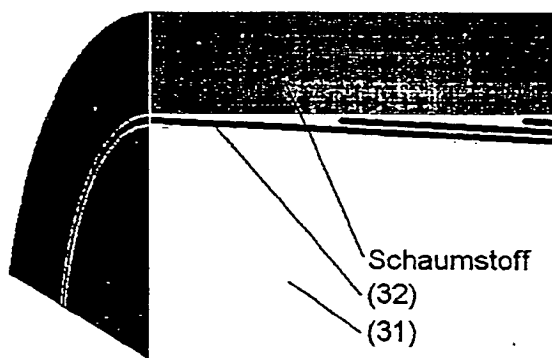


Fig. 3: Der Schichtaufbau

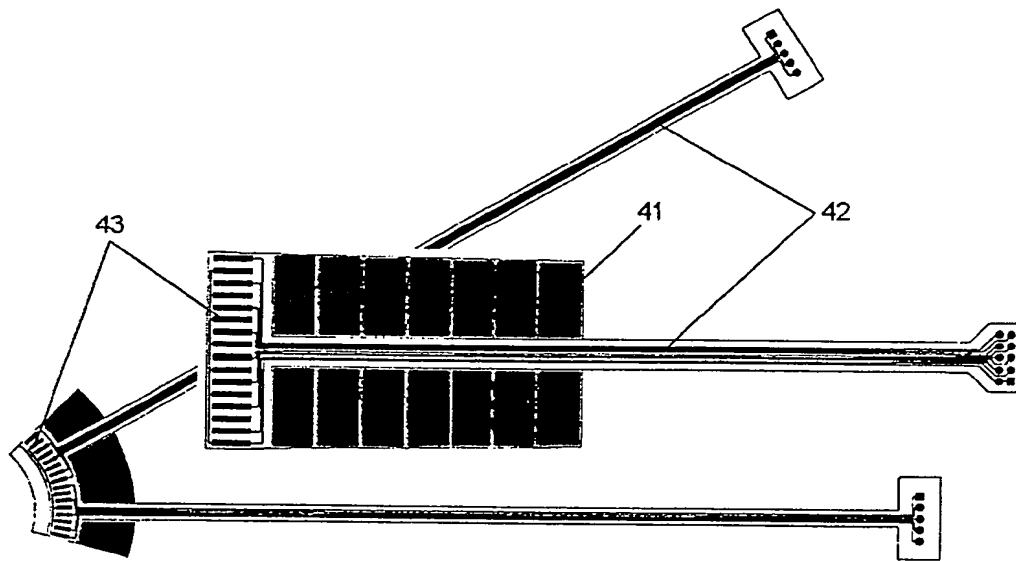


Fig. 4: Die Layouts der Elektrodenfolien nach Patent DE 196 47 876 A1. Oben: Folie für den Sondenschaft, unten: Folie für die Sondenspitze.

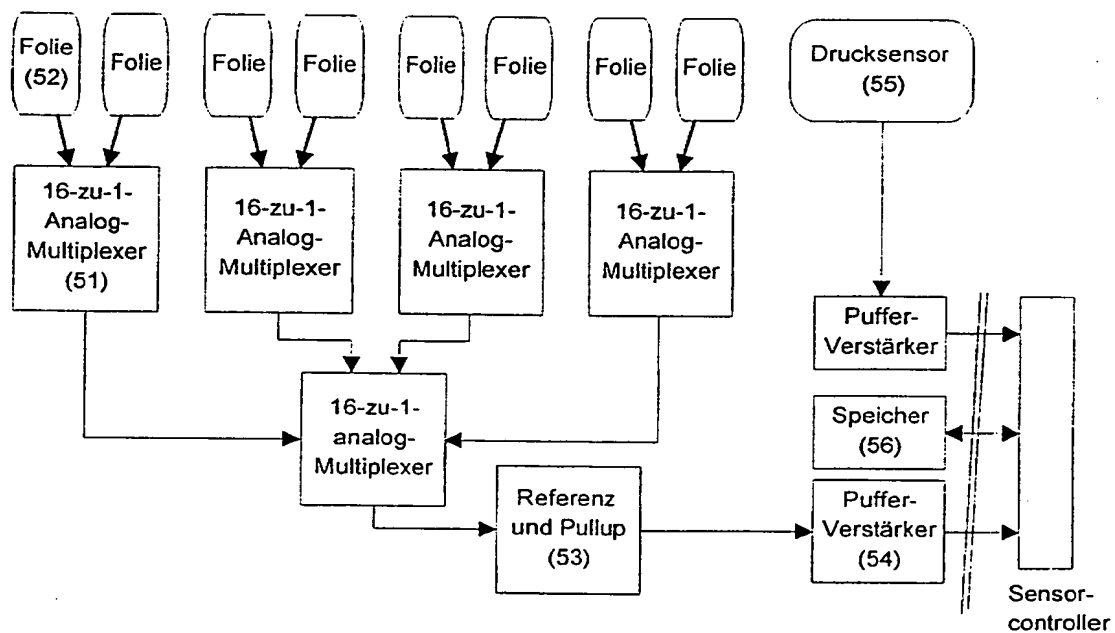


Fig. 5: Blockdiagramm der Signalaufbereitungs-Elektronik im Sensorkopf

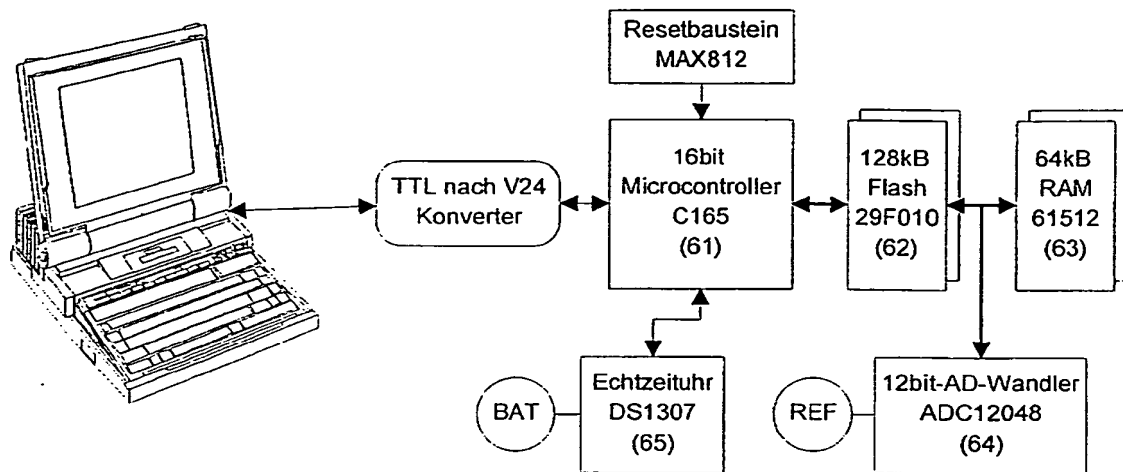


Fig. 6: Blockdiagramm des Sensorcontrollers